

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 25.10.91.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la demande : 30.04.93 Bulletin 93/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *Société dite : SEXTANT AVIONIQUE*
 — FR.

⑦② Inventeur(s) : Lach Patrick et Migozzi Jean-Blaise.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Malbec Sylvie Thomson-CSF/S.C.P.I.

⑤④ Procédé et dispositif de détermination de l'orientation d'un solide.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination de l'orientation d'un solide quelconque dans un espace donné.

Le dispositif selon l'invention propose d'équiper un premier solide (1) d'au moins un dispositif monofaisceau (5) engendrant un

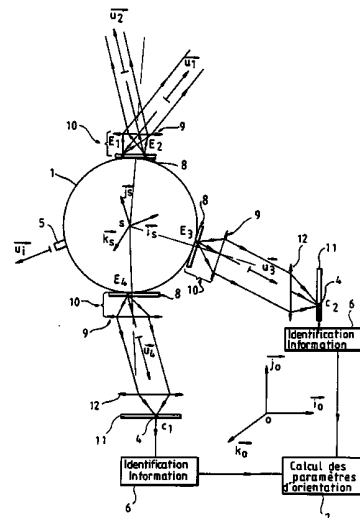
faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u}_i , connue du repère R_s lié à ce premier solide, le faisceau contenant une

information permettant d'identifier cette direction \vec{u}_i , et un second solide de repère R_o d'au moins un capteur élémentaire (4) capable de capter les

rayons provenant d'une direction sensiblement parallèle à \vec{v}_j . Chaque capteur (4) comporte en outre des moyens de lecture (6), lorsqu'il y a

coïncidence entre les directions \vec{u}_i et \vec{v}_j , de l'information contenue dans le faisceau capté. Les informations lues sont alors transmises à un dispositif (7) d'extraction de paramètres d'orientation du repère R_s par rapport au repère R_o .

Une application très intéressante de l'invention concerne l'orientation d'un casque de pilote d'avion ou d'hélicoptère par rapport à la cabine de pilotage.



FR 2 683 036 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE L'ORIENTATION D'UN SOLIDE

5

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de détermination de l'orientation d'un solide quelconque dans un espace donné.

De nombreux systèmes nécessitent de connaître et de suivre
10 l'évolution, en quasi temps réel, des paramètres d'orientation d'un solide dans un référentiel donné. C'est notamment le cas des systèmes viseurs montés sur le casque même des pilotes d'avions ou d'hélicoptères, et permettant aux pilotes de voir l'image d'un réticule projeté à l'infini en superposition avec les scènes extérieures. Les images présentées au pi-
15 lote doivent impérativement rester en correspondance avec le référentiel du porteur (avion, hélicoptère...) quels que soient les mouvements du casque par rapport à ce dernier, de façon à désigner, par exemple, une cible visée à un système d'arme.

Il est connu d'utiliser un détecteur électromagnétique de posi-
20 tion et d'orientation, comportant d'une part, un émetteur fixe dans le référentiel donné, composé de trois bobines excitées alternativement par un générateur, et d'autre part, un capteur fixé au solide et composé également de trois bobines, de telle sorte qu'à chaque position du solide correspondent neuf signaux induits par les bobines de l'émetteur, ces
25 neuf signaux permettant le calcul de la position et de l'orientation du solide. Cependant, les champs électromagnétiques créés ou induits peuvent être notablement perturbés du fait de tous les éléments métalliques de l'environnement, et un tel détecteur nécessite soit de disposer de moyens annexes pour fournir un signal de référence en vue d'effectuer
30 une correction (brevet français n° 2.655.415), soit de réaliser, dans une phase préalable, une modélisation prenant en compte les perturbations.

Il existe également des systèmes électro-optiques consistant à disposer sur le solide un certain nombre de marques, ponctuelles ou surfaciques, émissives ou non, et dont la position dans un repère R_S lié au solide est bien connue, puis de repérer, par des capteurs optiques
5 fixes dans le repère R_O de l'espace de mesure, la position d'un certain nombre de droites ou courbes reliant au moins deux marques distinctes du solide. On peut montrer que l'erreur de mesure des paramètres d'orientation du solide est d'une part, proportionnelle à l'incertitude des
10 mesures de position des marques dans le repère R_O , et d'autre part, inversement proportionnelle à la distance séparant les marques. De tels systèmes sont donc plutôt adaptés à des solides de grande taille pour lesquels les marques peuvent être très espacées, mais les mesures nécessitent toujours de calculer la position d'au moins deux points du solide.

15 La présente invention a pour but de pallier les inconvénients ou limitations précédents en proposant un procédé optique de détermination de l'orientation d'un solide quelconque par rapport à un référentiel R_O , indépendamment des positions de ce solide dans R_O .

20 Plus précisément, l'invention concerne un procédé optique de détermination des paramètres d'orientation d'un repère R_S lié à un premier solide par rapport à un repère R_O lié à un second solide dit de référence, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- projeter, à partir du premier solide, au moins un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u} connue dans le
25 repère R_S , le faisceau de rayons lumineux contenant une information identifiant ladite direction par rapport au repère R_S ;

- recevoir au moins partiellement un faisceau de rayons lumineux sur au moins un capteur élémentaire du second solide, le capteur étant capable de capter les faisceaux lumineux provenant
30 sensiblement d'une seule direction \vec{v} connue du repère R_O ;

- lire l'information contenue dans le faisceau reçu par le capteur élémentaire ;

- extraire par le calcul, à partir de la connaissance du capteur élémentaire ayant reçu le faisceau de rayons lumineux et de l'information lue, les paramètres d'orientation du repère R_S par rapport au repère R_O .

5 Un autre objet de l'invention est un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé.

L'invention, ainsi que ses avantages, sera mieux comprise au vu de la description suivante, en référence aux figures annexées :

10 - La figure 1 (1a et 1b) illustre le procédé de détermination des paramètres d'orientation selon l'invention dans un espace de mesure à deux dimensions ;

- La figure 2 est un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, étendu au cas d'un espace de mesure tridimensionnel.

15 Plaçons-nous dans l'hypothèse la plus élémentaire de la figure 1a où l'espace de mesure est un espace à deux dimensions de repère R_O et de vecteurs de base (\vec{i}_O, \vec{j}_O) . Soit un solide symbolisé par un plan 1, coplanaire à l'espace de mesure et repéré par R_S et (\vec{i}_S, \vec{j}_S) . L'orientation du solide 1 dans cet espace de mesure est parfaitement déterminée dès
20 que l'on peut exprimer dans R_O un vecteur connu dans R_S .

Supposons un vecteur \vec{u} parfaitement connu dans R_S , par exemple par l'angle θ_S qu'il fait avec \vec{i}_S . Le problème posé sera entièrement résolu si l'on peut, d'une part, exprimer \vec{u} dans le repère R_O , par exemple par l'angle θ_O , et d'autre part, transmettre au repère R_O une
25 information permettant d'identifier \vec{u} dans R_S , par exemple l'angle θ_S . La connaissance de θ_S et de θ_O dans le même espace de mesure permet ensuite d'extraire l'angle $(\theta_S - \theta_O)$ entre les vecteurs \vec{i}_S et \vec{i}_O caractérisant ainsi l'orientation de R_S par rapport à R_O .

30 Le procédé de mesure selon l'invention repose sur le principe précédent, comme l'illustre la figure 1b :

A partir d'un premier solide symbolisé par le plan 1 de repère R_S (S, \vec{i}_S, \vec{j}_S), un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles

entre eux est projeté dans la direction \vec{u} , identifiable dans R_S , par exemple par l'angle θ_S . Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le faisceau contient une information relative au positionnement de \vec{u} dans R_S , par exemple θ_S . Par ailleurs, dans l'espace de mesure à deux dimensions matérialisé par un second solide 3 coplanaire du premier solide 1, de repère de référence $R_O (O, \vec{i}_O, \vec{j}_O)$, un capteur élémentaire optique 4 placé en un point C déterminé dans R_O , capte les rayons provenant d'une direction \vec{v} parfaitement connue dans R_O , par exemple par l'angle θ_O . Lorsqu'il y a coïncidence entre les directions \vec{u} et \vec{v} , on obtient immédiatement, sans calculs, l'expression de \vec{u} dans R_O . Selon une autre caractéristique essentielle de l'invention, le capteur 4 dispose de moyens de lecture (non représentés) capables de lire l'information contenue dans les faisceaux de rayons captés. La connaissance de \vec{u} à la fois dans R_O et dans R_S permet alors d'extraire par le calcul les paramètres d'orientation de R_S par rapport à R_O , lesquels peuvent se réduire, dans ce cas précis, à un angle.

Pour pouvoir repérer et suivre un solide, quelles que soient son orientation et sa position dans un certain champ de mesure, il est préférable de projeter, à partir du premier solide 1, une pluralité de faisceaux de rayons, chaque rayon d'un faisceau étant sensiblement parallèle à une direction \vec{u}_i , chaque faisceau comportant une information d'identification de la direction \vec{u}_i par rapport au repère R_S , et/ou d'équiper le second solide 3 de plusieurs capteurs élémentaires C_j capables chacun de capter un faisceau provenant d'une direction unique \vec{V}_j .

Le calcul d'extraction des paramètres d'orientation du repère R_S par rapport à R_O dépend du nombre de directions captées, ce nombre étant inférieur ou égal au nombre de capteurs élémentaires C_j : Dans le cas de la figure 1b, nous avons vu qu'une seule direction captée permet d'extraire l'angle entre les vecteurs \vec{i}_S et \vec{i}_O , paramètre qui suffit à lui seul pour caractériser l'orientation de deux repères coplanaires.

La figure 2 illustre une extension de l'invention à un espace de mesure tridimensionnel de repère de référence R_0 ($O, \vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{k}_0$), cet espace étant par exemple matérialisé par une cabine de pilotage d'un avion ou d'un hélicoptère. Dans cet espace de mesure est disposé un ou plusieurs capteurs élémentaires 4, notés C_j , fixes par rapport à R_0 . Chacun de ces capteurs C_j est capable de capter tout ou partie des rayons d'un faisceau lumineux, ces rayons étant sensiblement parallèles à une direction \vec{V}_j parfaitement identifiable dans le repère R_0 . Par ailleurs, un solide 1, mobile dans l'espace de mesure est lié à un repère R_S ($S, \vec{i}_s, \vec{j}_s, \vec{k}_s$). Ce solide peut, par exemple, être le casque viseur du pilote. Conformément à l'invention, le solide 1 est muni, à sa périphérie, d'un ou plusieurs dispositifs monofaisceaux 5, chacun engendrant un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u}_i parfaitement identifiable dans le repère R_S . Comme le montre la figure 2, un capteur élémentaire C_j peut capter tout ou partie d'un faisceau de rayons provenant d'une direction \vec{u}_i avec i différent de j . Selon une caractéristique essentielle de l'invention, chaque faisceau de rayons lumineux engendré par un dispositif monofaisceau 5 contient une information identifiant la direction \vec{u}_i par rapport au repère R_S . Chaque capteur élémentaire 4 dispose également de moyens de lecture 6 de l'information contenue dans le faisceau de rayons capté partiellement ou totalement. Un certain nombre d'informations est alors transmis à un dispositif 7 d'extraction des paramètres d'orientation du solide 1, c'est-à-dire du repère R_S , par rapport à l'espace de mesure, c'est-à-dire au repère R_0 . Pratiquement, les dispositifs monofaisceaux 5 sont des systèmes optiques qui forment une image à l'infini en projetant un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction donnée. L'information sur cette direction correspond physiquement à la modulation en intensité des différents rayons d'un même faisceau.

La figure 2 montre une réalisation préférentielle qui consiste à regrouper les dispositifs monofaisceaux 5 en une pluralité de dispositifs multifaisceaux 10 composés par exemple d'une mire 8 placée dans le

plan focal d'un objectif de collimation 9, de façon à ce que l'image de la mire soit projetée à l'infini. Chaque point E_i d'une mire 8 correspond à une direction fixe du repère R_S , et engendre, par le principe de collimation, un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u}_i . De plus, un symbole est inscrit dans le voisinage de chaque point E_i de manière à pouvoir l'identifier. La mire 8, qui est soit transmissive, soit réflexive, est éclairée en conséquence par toute source lumineuse (non représentée) qui convient. De manière équivalente au regroupement précédent, les capteurs élémentaires C_j peuvent être rassemblés sur des capteurs 11, par exemple du type CCD associés à une lentille convergente 12.

Lorsqu'un capteur 11 intercepte un faisceau de rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u}_i , il se forme sur ce capteur l'image du point E_i et de son symbole associé. Au point C_j du capteur 11 sur lequel se focalise le point E_i , correspond une direction \vec{V}_j , bien connue dans R_O , et qui coïncide avec la direction \vec{u}_i . Il est alors possible d'exprimer \vec{u}_i dans R_O . Le dispositif 7 analyse d'autre part le contenu de l'image fournie par le capteur et identifie le symbole ou l'information qui apparaît au voisinage du point capté. Ce symbole permet d'identifier le point E_i et d'exprimer \vec{u}_i dans le repère R_S . A partir d'un certain nombre de mesures, conduisant chacune à deux expressions conjointes d'un même vecteur dans R_O et R_S , il est facile de calculer l'orientation de R_S par rapport à R_O . Dans le cas le plus simple où l'on détecte trois vecteurs $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ linéairement indépendants le calcul consiste à résoudre un système de neuf équations linéaires à neuf inconnues.

Dans un autre mode de réalisation possible, l'ensemble constitué par une mire 8 et son objectif de collimation 9 associé peut être remplacé par un hologramme obtenu en enregistrant l'image rejetée à l'infini de la mire. En rééclairant convenablement l'hologramme disposé en lieu et place de l'ensemble précédent, il restitue l'image enregistrée avec les informations codées. L'intérêt de l'hologramme réside bien

entendu dans le gain de place obtenu par rapport à l'ensemble (mire, objectif de collimation).

L'invention telle qu'elle a été décrite présente le grand intérêt, par rapport aux systèmes de l'art antérieur, d'obtenir une très bonne
5 précision grâce à l'indépendance de fonctionnement vis-à-vis des positions successives du solide 1. En outre, l'accès direct à l'information contenue dans les faisceaux émis permet une grande simplicité des calculs.

REVENDEICATIONS

1. Procédé optique de détermination des paramètres
5 d'orientation d'un repère R_S lié à un premier solide par rapport à un
repère R_O lié à un second solide dit de référence, caractérisé en ce qu'il
consiste à :

- projeter, à partir du premier solide, au moins un faisceau de
rayons lumineux sensiblement parallèles à une direction \vec{u} connue dans le
10 repère R_S , le faisceau de rayons lumineux contenant une information
identifiant ladite direction par rapport au repère R_S ;

- recevoir au moins partiellement un faisceau de rayons
lumineux sur au moins un capteur élémentaire du second solide, le
capteur étant capable de capter les faisceaux lumineux provenant
15 sensiblement d'une seule direction \vec{v} connue du repère R_O ;

- lire l'information contenue dans le faisceau reçu par le
capteur élémentaire ;

- extraire par le calcul, à partir de la connaissance du capteur
élémentaire ayant reçu le faisceau de rayons lumineux et de l'information
20 lue, les paramètres d'orientation du repère R_S par rapport au repère R_O .

2. Dispositif optique de détermination des paramètres
d'orientation d'un repère R_S lié à un premier solide (1) par rapport à un
repère R_O lié à un second solide dit de référence, caractérisé en ce qu'il
comporte :

25 - au moins un dispositif monofaisceau (5), situé à la périphérie
du premier solide (1), et engendrant un faisceau de rayons lumineux
sensiblement parallèles à une direction \vec{u}_i connue dans le repère R_S , le
faisceau de rayons lumineux contenant une information identifiant la
direction \vec{u}_i par rapport au repère R_S ;

30 - au moins un capteur élémentaire (4), fixe par rapport à R_O , et
capable de capter tout ou partie d'un faisceau lumineux provenant
sensiblement d'une direction \vec{V}_j connue dans R_O ;

- des moyens de lecture (6) de l'information contenue dans le faisceau de rayons capté ;

- un dispositif (7) d'extraction de paramètres d'orientation du repère R_S par rapport au repère R_O .

5 3. Dispositif optique selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif monofaisceau (5) est un système optique formant une image à l'infini.

10 4. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que plusieurs dispositifs monofaisceaux (5) sont regroupés en une pluralité de dispositifs multifaisceaux (10) composés d'une mire (8) placée dans le plan focal d'un objectif de collimation (9).

15 5. Dispositif optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la mire (8) est constituée d'une pluralité de points E_i correspondant à une direction fixe du repère R_S , l'information étant inscrite dans le voisinage de chaque point E_i de manière à pouvoir l'identifier.

 6. Dispositif optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la mire (8) est transmissive.

20 7. Dispositif optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que la mire (8) est réflexive.

 8. Dispositif optique selon la revendication 4, caractérisé en ce que les dispositifs multifaisceaux sont constitués par un hologramme obtenu en enregistrant l'image rejetée à l'infini de la mire (8).

25 9. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que plusieurs capteurs élémentaires (4) sont regroupés en une pluralité de capteurs (11), chaque capteur (11) étant associé à une lentille convergente (12).

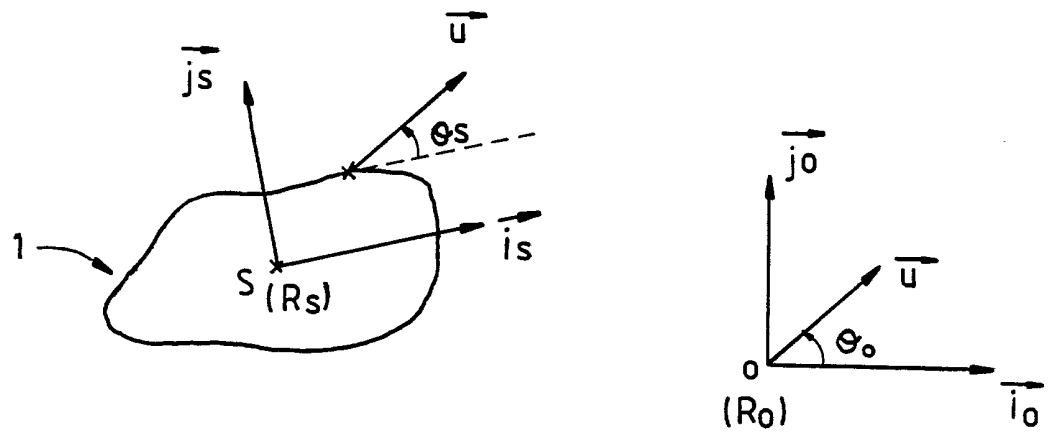


FIG. 1a

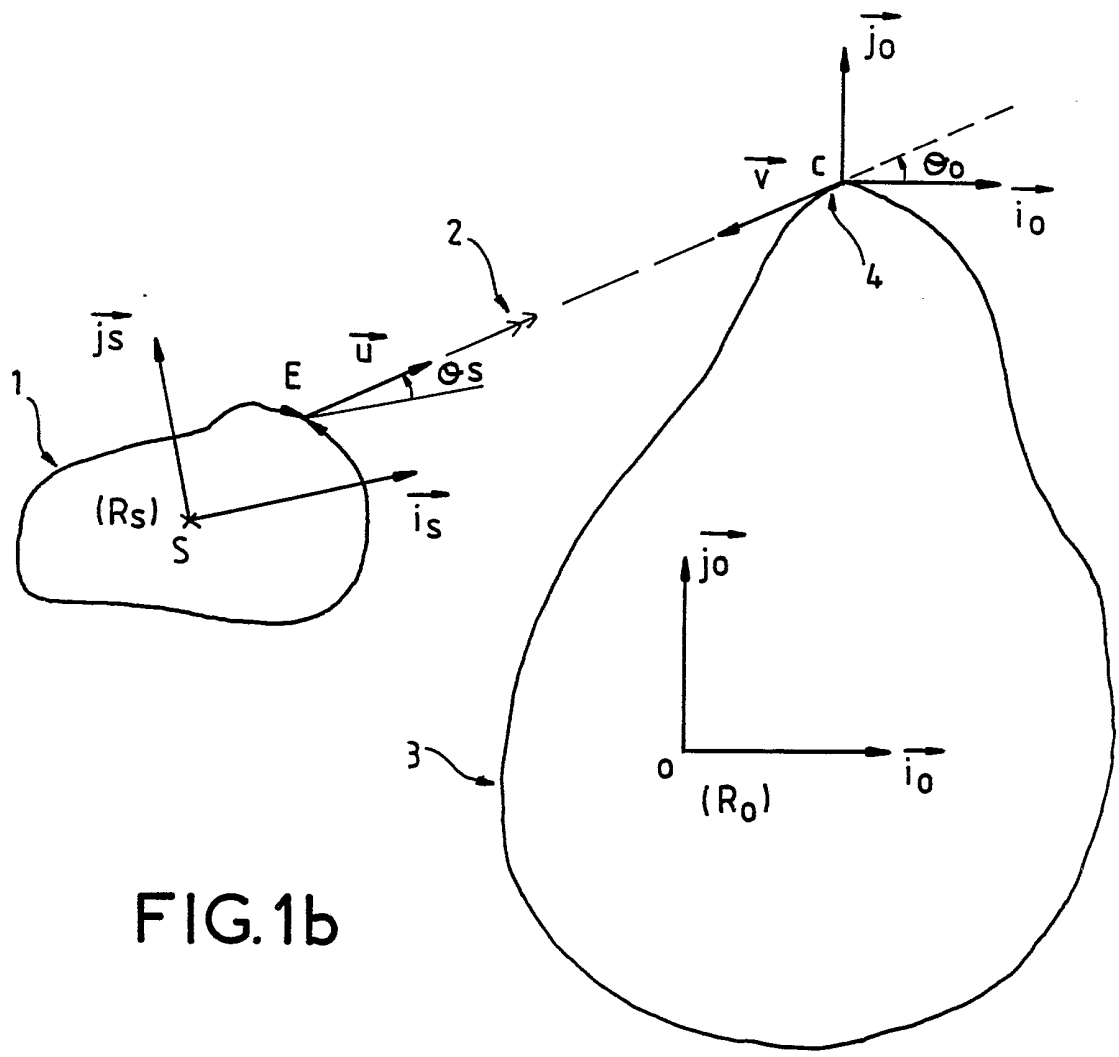


FIG. 1b

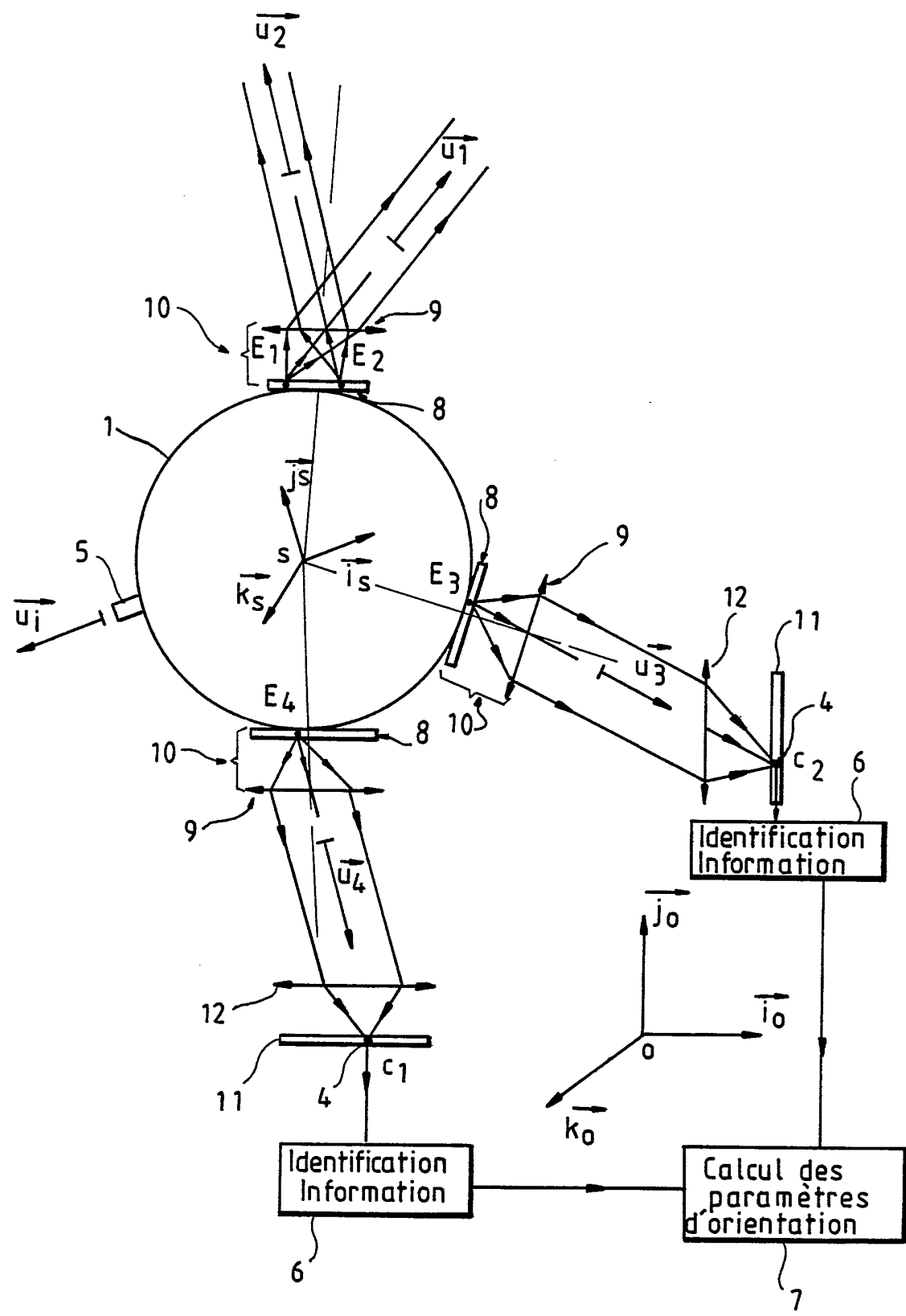


FIG.2

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9113219
FA 469189

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4 396 945 (P. DIMATTEO; P. RADEMACHER; H. STERN;) * Titre * * colonne 2, ligne 14 - colonne 3, ligne 28; figures 1,2 * ---	1-5,9
X	GB-A-2 157 426 (GEC AVIONICS LTD. (U.K.)) * page 1, ligne 56 - page 5, ligne 52; figures 1-6 * ---	1-3
X	US-A-5 059 789 (S.E. SALCUDEAN) * Titre * * colonne 3, ligne 16 - colonne 5, ligne 38; figures 1-3C * ---	1-3
A	FR-A-2 551 860 (SCIAKY S.A.) * Titre * * page 4, ligne 27 - page 9, ligne 31; figures 2,3 * ---	1-3
A	US-A-4 639 878 (C.P. DAY; K. KRAUSE; L. WHITCOMB; B. HORN) * colonne 5, ligne 67 - colonne 9, ligne 8; figures 1-5 * * colonne 10, ligne 67 - colonne 11, ligne 64; figures 10A-10K * -----	1,2,4,9
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		G01B G01D G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
07 JUILLET 1992		VISSER F. P. C.

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

2

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un
autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication
ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure
à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date
de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant